

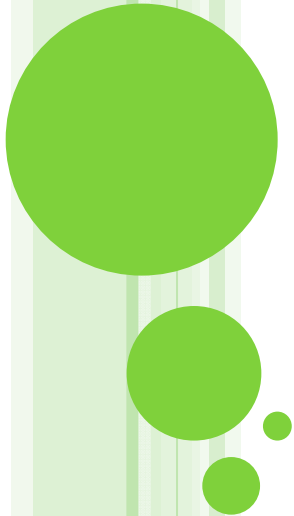


Introduction et évaluation de la  
résistance à *Sitobion avenae* de  
*Triticum monococcum*  
dans des lignées de blé dur

**Maxime TROTTET**

Charles-Antoine Dedryver, Jean-François Le Gallic, Joseph  
Jahier, Maxime Trottet & Axel Olivier

INRA, UMR 1349 IGEPP, Rennes & GIE Club5



En France, 3 espèces de pucerons peuvent parasiter les blés

○ *Rhopalosiphum padi*

- Vecteur de BYDV PAV

○ *Sitobion avenae*

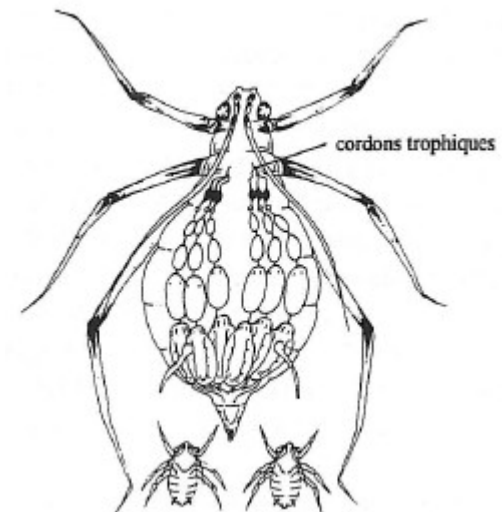
- Vecteur de BYDV PAV & MAV
- Pullulations sur épis

○ *Metopolophium dirhodum*

- Vecteur de BYDV PAV & MAV
- Pullulations sur feuilles



*Sitobion avenae* sur feuilles de blé



# Résistance aux pucerons du blé

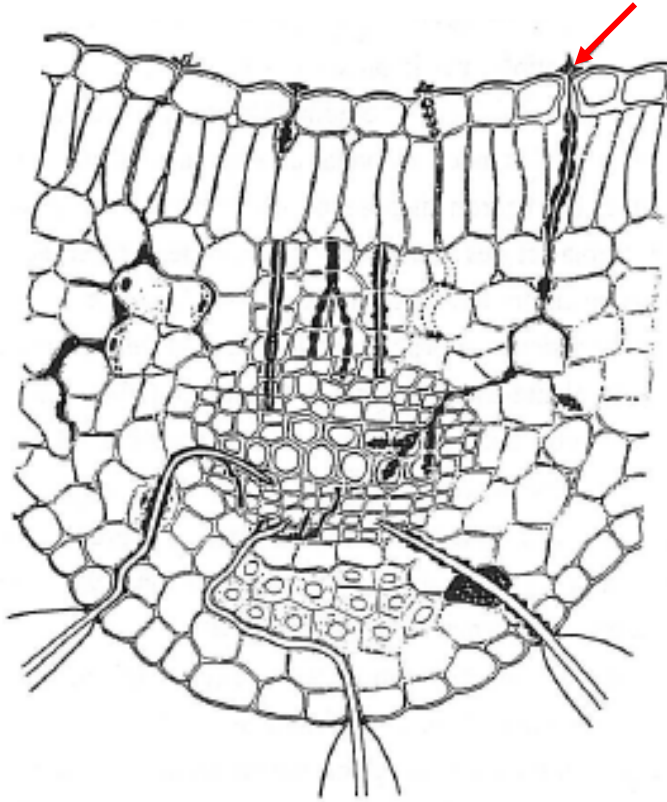
- Puceron vert : *Schizaphis graminum* Rond.
  - 7 + 9 gènes (*Gb1*, ...)
- Puceron russe du blé : *Diuraphis*
  - 9 + 2 gènes (*Dn1*, ...)





# Différents passages du stylet de pucerons

Passage du stylet de *Sitobion avenae*



Pollard (1973)

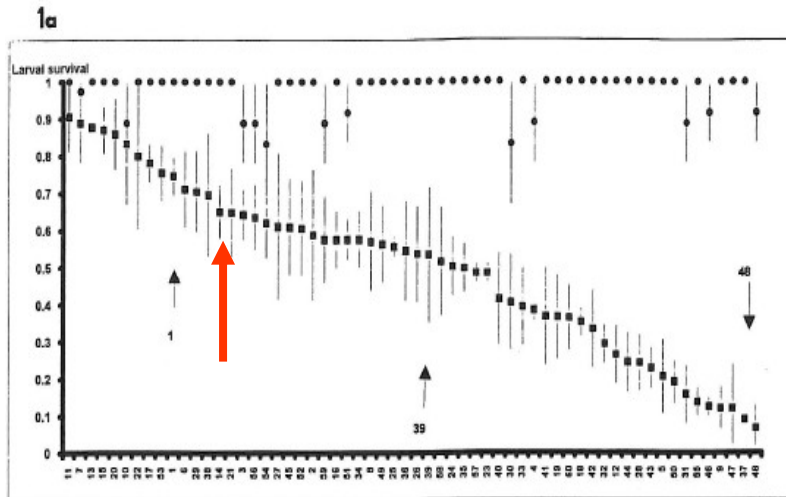
## Résistance à *Sitobion avenae* chez les blés

- Aucune résistance chez le blé tendre
- Blés durs un peu moins sensibles que les blés tendres
- Résistances d'un niveau élevé à la prolifération sur feuilles au stade jeune plante trouvées chez certains génotypes de *Triticum monococcum*

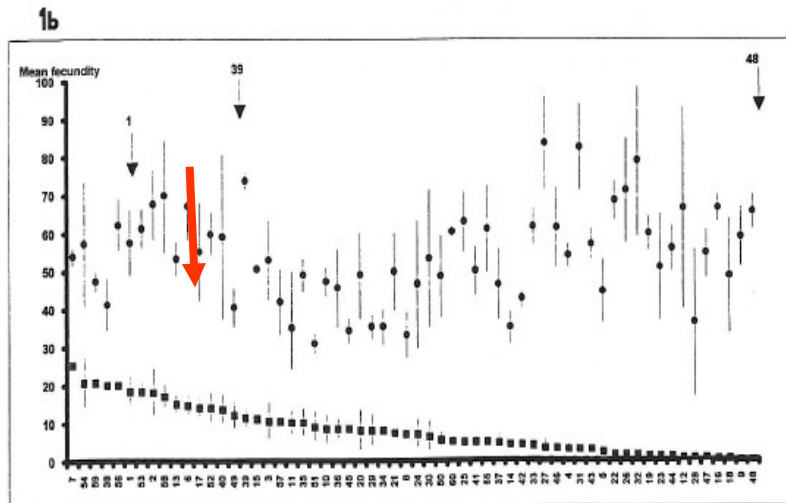
# Méthodologie

## Choix du clone de *Sitobion avenae*

Survie des larves  
à 15 jours



Fécondité  
moyenne



# Méthodologie

- On utilise 1 clone de *S. avenae* parmi les moins sensibles :
  - 30% de mortalité larvaire en 7j sur jeunes plantes de TM44 (15-100% selon les clones)
  - Fécondité moyenne de 15 larves (0-25 selon les clones)
- 1 larve d'adulte ailé par jeune plante ou épi, dont on suit sur 15 jours : la mortalité, la fécondité, ainsi que la mortalité de la descendance
- Expériences à 20°C sur jeunes plantes (chambre climatisée), ou dehors ainsi qu'en serre pour les tests sur épis

Sa1





## Génétique de la résistance à *S. avenae* chez *T. monococcum* sur feuilles de jeunes plantes

- Trois génotypes étudiés
- TM44 & TM46 : résistants
- TM47 : assez sensible
- analyse diallèle des F2 :
  - résistance monogénique dans chaque lignée
  - un gène majeur différent dans chacune des lignées TM44 & TM46
  - un gène de résistance intermédiaire chez TM46
  - effet additif ou complémentaire des 3 gènes



Transfert de la résistance de TM46

## Transfert de la résistance chez le blé dur

### ○ Test utilisé :

- multiplication du puceron sur les feuilles de jeunes plantes (stade 1 - 2 feuilles)

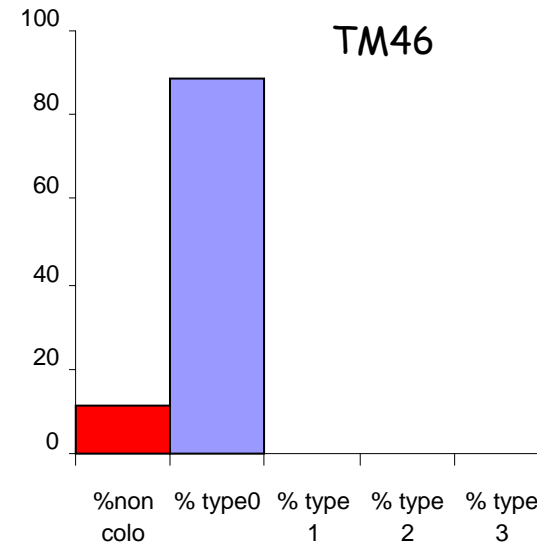
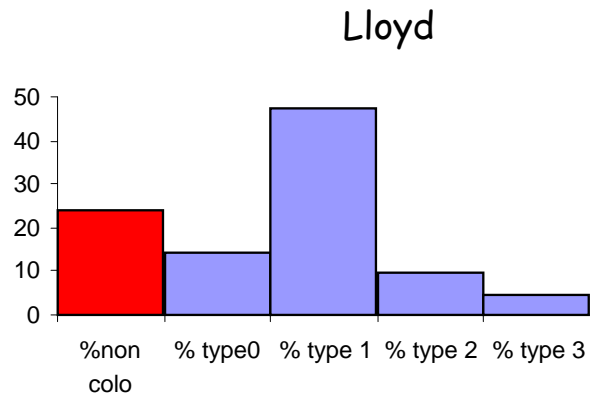
### ○ Résultats 2007 :

- une famille fixée pour la résistance de TM46 dans 'Lloyd'
- une famille en ségrégation pour la résistance de TM44 dans 'Prodigal'

## Développement de *S. avenae* sur les lignées issues de Lloyd×TM46 (2007)

familles	N	durée de vie		fécondité	
		Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
(L×46)-1	10	16.90	5.10	6.20	8.03
(L×46)-2	20	26.00	12.50	11.70	9.44
(L×46)-3	10	19.00	10.80	6.40	9.48
(L×46)-4	20	22.75	10.60	7.80	7.19
(L×46)-5	10	20.30	11.40	7.50	7.91
(L×46)-6	10	19.50	10.90	4.80	6.51
(L×46)-7	10	16.70	5.20	5.00	4.22
(L×46)-8	20	18.05	7.80	3.55	4.90
(L×46)-9	20	34.50	10.20	20.15	9.83
(L×46)-10	10	22.10	7.70	9.30	6.31
(L×46)-11	20	18.95	10.20	6.50	7.75
Llyold	20	32.10	11.60	12.30	7.64
TM46	10	12.30	7.40	0.30	0.48

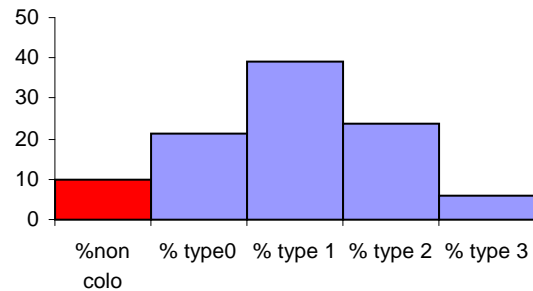
# Comportement sur les épis des deux parents



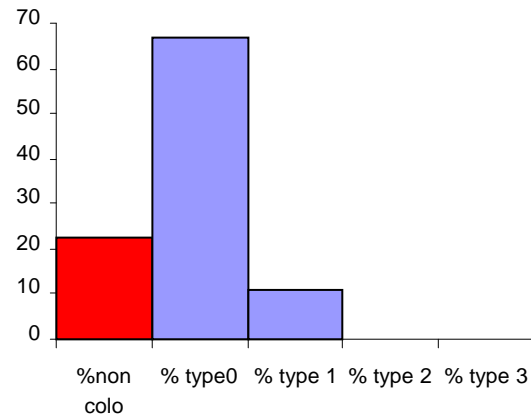
- épis non colonisés
- type 0 : épis avec 1 à 10 pucerons
- type 1 : épis avec 10 à 50 pucerons
- type 2 : épis avec 50 à 100 pucerons
- type 3 : épis avec 100 à 200 pucerons

# Comportement sur les épis des lignées

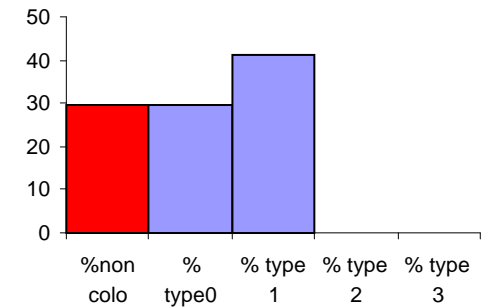
moyenne des lignées  
(Lloyd x Tm 46)



R1



R13



- épis non colonisés
- type 0 : épis avec 1 à 10 pucerons
- type 1 : épis avec 10 à 50 pucerons
- type 2 : épis avec 50 à 100 pucerons
- type 3 : épis avec 100 à 200 pucerons



# Nombre moyen de pucerons par épi

## Test au champ 2008

code	lignées	Nb pucerons par épi	Ecart-type
LLOYD	Lloyd	29,36	6,85
S1	(L×46)-45-4-1-6	38,13	7,16
S2	(L×46)-45-4-10-10	61,88	17,75
<b>R1</b>	<b>(L×46)-45-4-8-1</b>	<b>7,00</b>	<b>2,82</b>
R2	(L×46)-45-4-8-3	19,10	13,17
R3	(L×46)-45-4-8-4	39,56	14,88
R4	(L×46)-45-4-8-5	22,43	5,65
R5	(L×46)-45-4-8-6	56,05	24,20
R6	(L×46)-45-4-8-7	43,81	10,79
R7	(L×46)-45-4-8-8	29,20	8,32
R8	(L×46)-45-4-8-10	43,65	8,13
R9	(L×46)-45-4-8-11	30,15	11,45
R10	(L×46)-45-4-8-12	71,25	19,67
R11	(L×46)-45-4-8-13	66,00	50,35
R12	(L×46)-45-4-8-14	53,33	15,04
R13	(L×46)-45-4-8-15	13,97	6,75
HEXA	Blé tendre	18,67	3,84
<b>TM46</b>	<b>T. monococcum 46</b>	<b>4,89</b>	<b>4,45</b>

Fertilité de *Sitobion avenae* sur des épis de Lloyd et de descendants de croisements entre Lloyd et TM46 en 2009. (Expérimentation au champ)

Genotypes	Nombre moyen de pucerons par épi trois semaines après dépôt de deux pucerons ( <i>Sitobion avenae</i> ) par épi
Lloyd	7.9
(Lloyd×TM46)-45-4-8-1-1	9.0
<b>(Lloyd×TM46)-45-4-8-1-2</b>	<b>4.0</b>
(Lloyd×TM46)-45-4-8-1-3	5.6
(Lloyd×TM46)-45-4-8-1-4	6.3
(Lloyd×TM46)-45-4-8-1-5	9.4
(Lloyd×TM46)-45-4-8-1-6	9.1
(Lloyd×TM46)-45-4-8-15-x	7.6
sensible	8.6

Fertilité de *Sitobion avenae* (expérimentation en tunnel, en 2010) sur des épis de Lloyd et de descendants de la lignée 45-4-8-1-2 issue du croisements entre Lloyd et TM46.

géotypes	Nombre moyen de pucerons par épi trois semaines après dépôt de deux pucerons ( <i>Sitobion avenae</i> ) par épi à la fin de la floraison
Apache	49.87
Lloyd	28.31
TM46	29.78
(Lloyd×TM46)-8-1 lig1	37.76
(Lloyd×TM46)-8-1 lig2	35.31
(Lloyd×TM46)-8-1 lig3	45.17
(Lloyd×TM46)-8-1 lig4	33.00
(Lloyd×TM46)-8-1 lig5	41.63
(Lloyd×TM46)-8-1 lig6	56.64
(Lloyd×TM46)-8-15 lig1	74.54
(Lloyd×TM46)-8-15 lig2	53.50

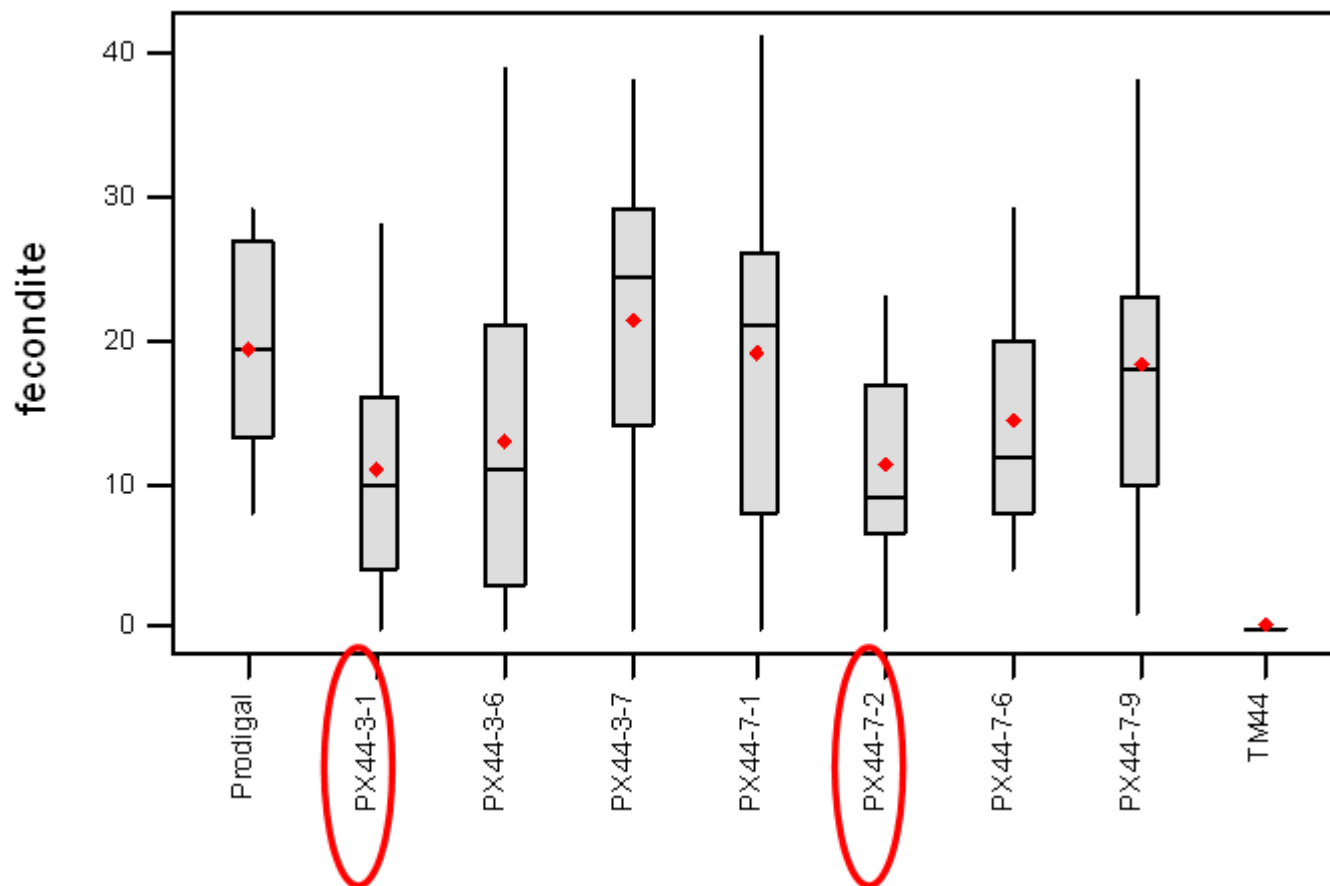
Transfert de la résistance de TM44

Développement de *S. avenae* sur des jeunes plantes de lignées issues de TM44 (2007)

famille	N	durée de vie		fécondité	
		Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
Prodigal	20	29.55	9.82	19.30	7.08
P×44-3-1	15	25.67	8.68	11.00	8.89
P×44-3-6	15	27.00	11.94	13.07	10.92
P×44-3-7	14	30.36	10.35	21.21	10.68
P×44-7-1	15	29.60	12.51	19.20	10.68
P×44-7-2	20	21.70	6.18	11.15	6.51
P×44-7-6	15	24.80	6.28	14.40	7.97
P×44-7-9	19	30.68	10.01	18.32	8.95
TM44	10	12.40	6.82	0.00	0.00

2007

## Test de lignées d'autofécondation de P×44-3 et P×44-7

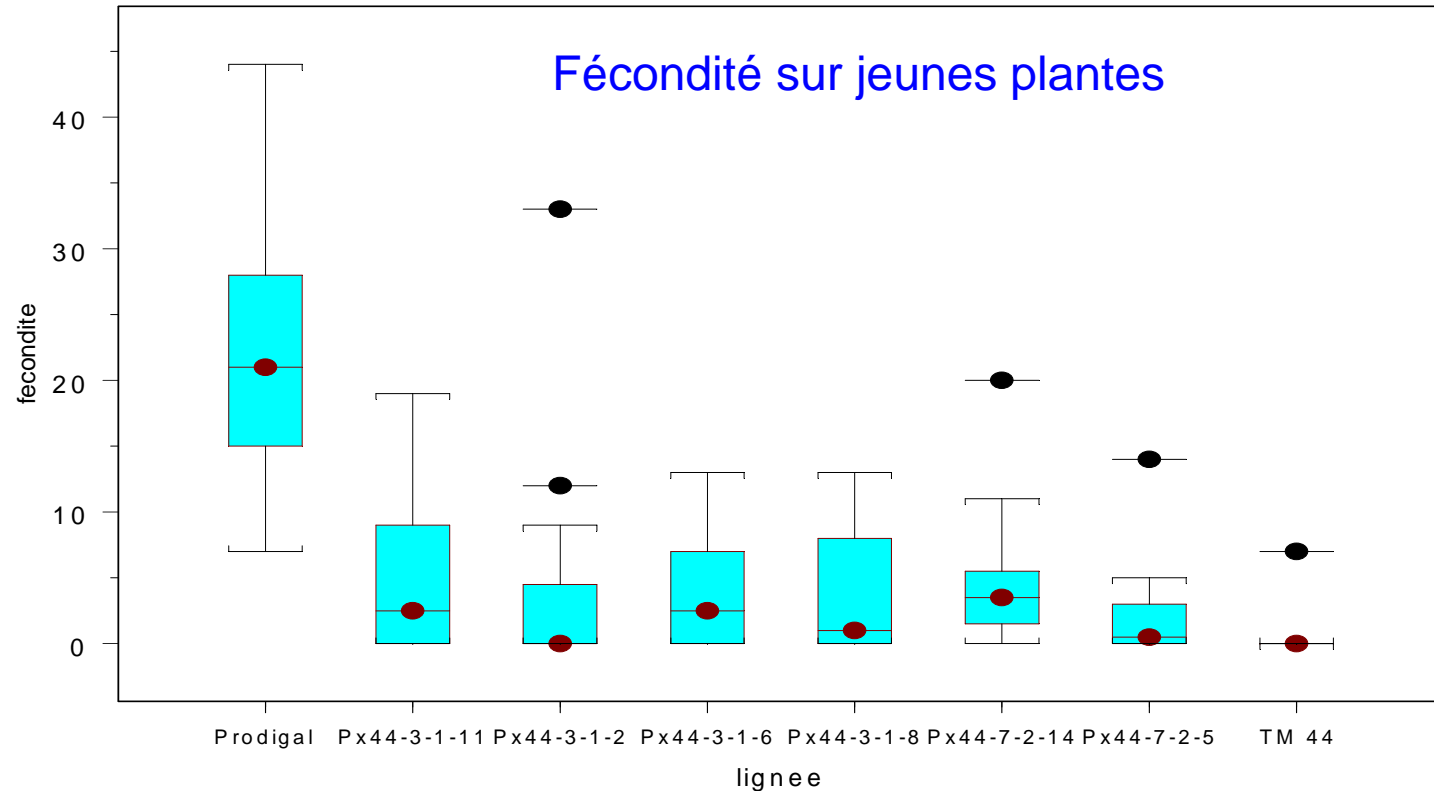


**On retient les lignées P×44-3-1 et P×44-7-2**



2010

# Lignées d'autofécondation de P<sub>x</sub>44-3-1 et P<sub>x</sub>44-7-2



On a 6 lignées sur lesquelles:

la fécondité moyenne de *S. avenae* est environ 20% de ce qu'elle est sur le parent sensible

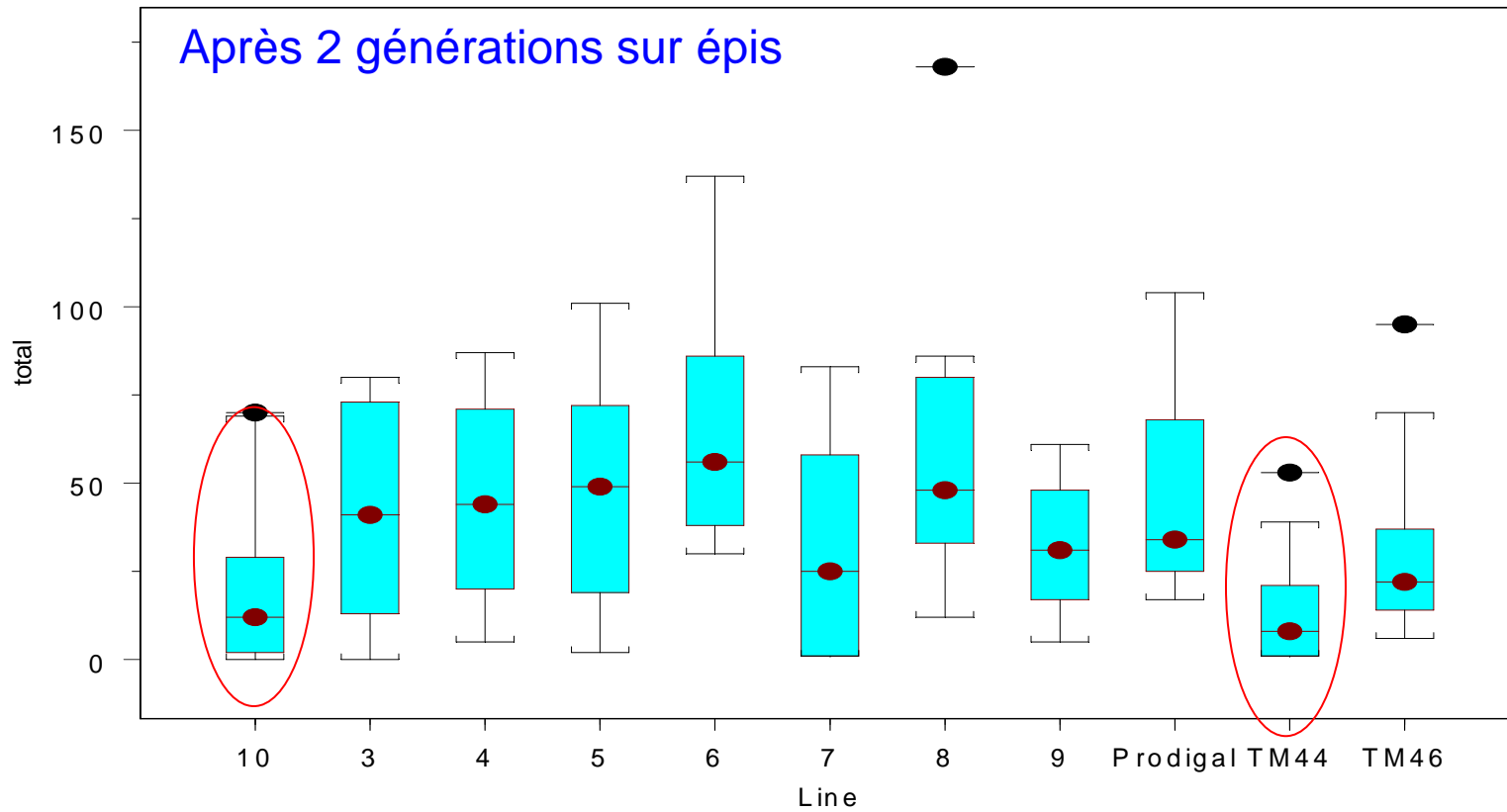
leur durée de vie est inférieure de 30% à ce qu'elle est sur le parent sensible

# 2010

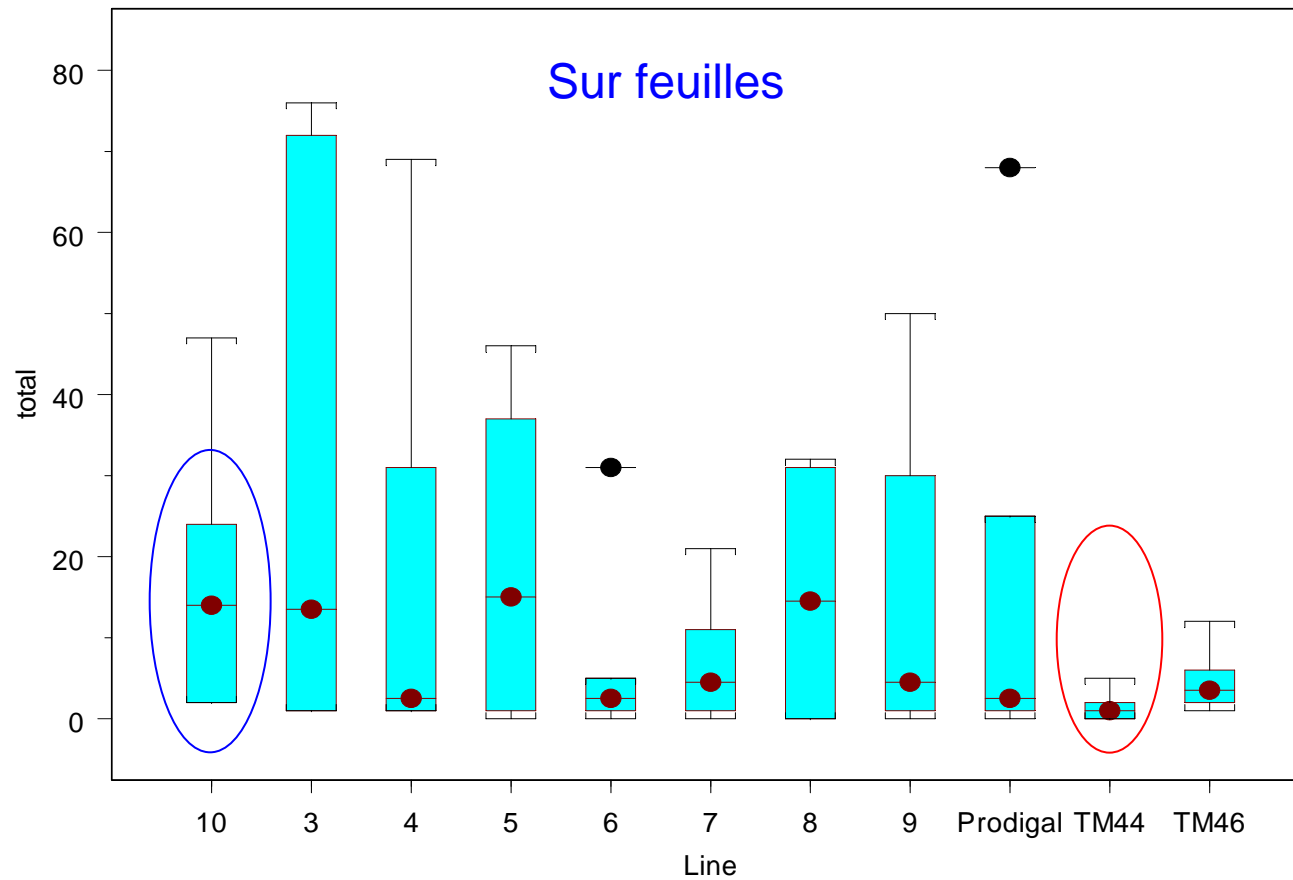
Lignées d'autofécondation de P×44-3-1 et P×44-7-2

	N	Moyenne	Ecart-Type
Prodigal	20	15,800	5,367
P×44-3-1-11	20	3,000	3,212
P×44-3-1-2	20	2,250	3,919
P×44-3-1-6	20	3,150	3,281
P×44-3-1-8	20	2,500	3,285
P×44-7-2-14	20	3,950	2,837
P×44-7-2-5	20	1,750	2,573
TM44	20	0,350	1,565

2011 Test en tunnel sur les descendants des lignées d'autofécondation de P×44-3-1 et P×44-7-2



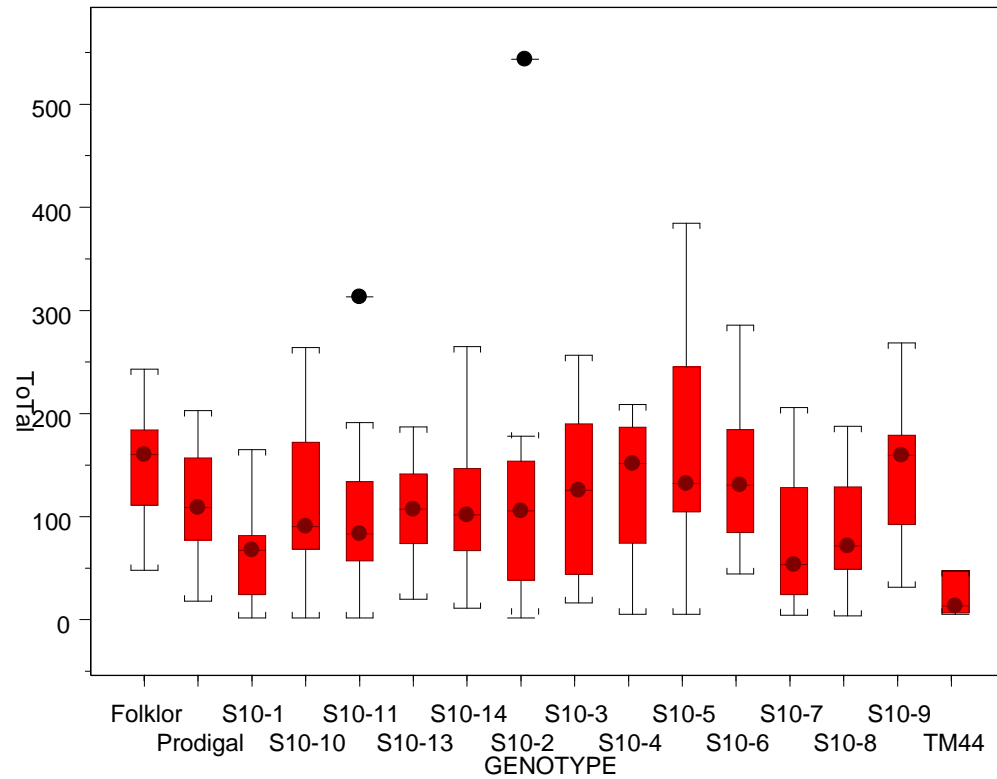
**2011** Test en tunnel sur les descendants des lignées d'autofécondation de P×44-3-1 et P×44-7-2



Contamination des épis en 2012 : Distribution du nombre total d'individus de deuxième génération virginipares aptères et larves âgées (stades L3 et L4) par épi.

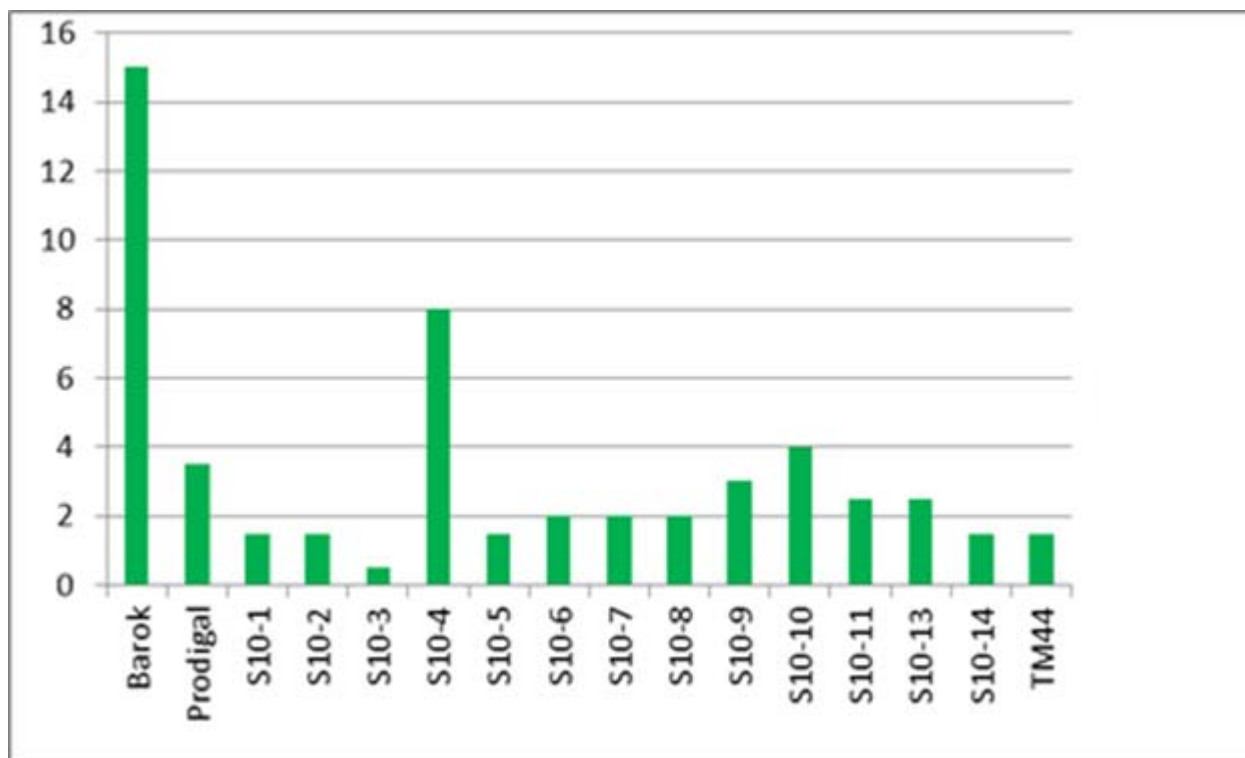
code 2012	Génotype	Nombre de plantes	VA + L3 + L4		
			moyenne	mini	maxi
TM44	TM44	10	3.5	0	11
S10-1	( Prodigal×TM44)-7-2-14-1	12	11.7	0	27
S10-2	( Prodigal×TM44)-7-2-14-2	12	20.8	0	71
S10-3	( Prodigal×TM44)-7-2-14-3	12	24.0	6	42
S10-4	( Prodigal×TM44)-7-2-14-4	12	25.6	0	47
S10-5	( Prodigal×TM44)-7-2-14-5	12	35.5	0	101
S10-6	( Prodigal×TM44)-7-2-14-6	11	27.0	12	65
S10-7	( Prodigal×TM44)-7-2-14-7	12	18.9	0	51
S10-8	( Prodigal×TM44)-7-2-14-8	12	21.3	0	47
S10-9	( Prodigal×TM44)-7-2-14-9	12	24.6	7	52
S10-10	( Prodigal×TM44)-7-2-14-10	12	22.4	0	51
S10-11	( Prodigal×TM44)-7-2-14-11	12	25.7	0	82
S10-13	( Prodigal×TM44)-7-2-14-13	12	22.5	10	37
S10-14	( Prodigal×TM44)-7-2-14-14	12	21.5	2	57
Prodigal	Prodigal	12	21.2	7	34
Folklor	Folklor	10	25.6	11	35

Boxplot illustrant la distribution du nombre total moyen d'individus de deuxième génération par épi sous tunnel en 2012





Contamination naturelle moyenne au champ des différentes lignées par des ailés de *S. avenae* le 13 juin 2012  
(en nombre de pucerons pour 20 épis).



- **L'objectif de transfert de la résistance de l'engrain au blé tendre en passant par le blé dur n'a pas été atteint.**
  - Transfert vraisemblable dans le blé dur, mais pénétrance incomplète
  - Des deux *T. monococcum*, TM44 semble meilleur que TM46
- **Pénétrance incomplète des gènes de résistance**
  - Mouche de Hesse, gène *Hdic* de *T. dicoccum*, à l'état hétérozygote donne des plantes entièrement R ou entièrement S, aucun intermédiaire (Liu *et al.* 2005)
- **Effets de la température sur la résistance**
  - Mouche de Hesse, (Buntin *et al.* 1990)
- **Résistance à *S. avenae* chez le blé dur (Liu *et al.* 2012)**
  - Monogénique (chromosome 6A)
  - Expression feuilles et épi
  - Pénétrance supérieure à celle de *T. monococcum*

Merci de votre attention